2019年夏季全国气候趋势展望

彭京备　布和朝鲁*　郑　飞　陈　红　郎咸梅　詹艳玲　林朝晖　张庆云　林壬萍
李超凡　马洁华　田宝强　包　庆　穆松宁　陆日宇　朱　江
中国科学院大气物理研究所　北京　100029

摘要　2019年春夏季，赤道中东太平洋将维持弱-中等强度厄尔尼诺（El Niño）。中国科学院大气物理研究所的全国气候趋势预测结果表明，预计2019年汛期（6—8月），长江中下游以南大部分地区降水偏多，其中江南地区偏多2—5成，可能发生局地洪涝灾害；新疆北部、东北北部、四川东部和陕西南部等地降水正常略偏多。我国其他大部分地区降水正常略偏少，其中河套地区降水偏少2—5成。预计2019年登陆台风数正常略偏多。

关键词　夏季降水形势，气候预测，登陆台风

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.2019.06.010

气象灾害是造成损失最严重的自然灾害之一。据统计，最近 30 年，全球 86% 的重大自然灾害、59% 的因灾死亡、84% 的经济损失和 91% 的保险损失都是由气象灾害及其衍生灾害引起的。在中国，气象灾害造成的经济损失占各种自然灾害的 71% 左右[1]。若能较早地对这些气候异常做出预测，就可以尽早地采取相应的措施，以减轻气候灾害所带来的严重后果[2]。短期气候趋势预测主要针对跨季度的温度、降水及气象灾害进行预测，对于防灾减灾有着重要意义。

目前，国际上的短期气候预测的通用做法有 2 种：① 发展大型数值模式，如欧洲、日本、美国和韩国；② 建立统计模型进行直接预测或对数值模式结果进行动力降尺度。由于中国地处东亚季风区，影响我国气候的因子众多，数值模式对东亚气候预测技巧低。统计模型则依赖于预报因子与预报量关系的稳定性。仅使用数值模式或统计模型进行东亚地区的短期气候预测，都不能取得较准确的预测信息。鉴于此，我国气象研究和业务部门发展了一套动力模式和统计模型相结合的预测系统。

作为最早开展短期气候预测的研究机构之一，中国科学院大气物理研究所（以下简称“大气所”）早

* 通讯作者
资助项目：中国科学院战略性先导科技专项（XDA19030403），国家自然科学基金（41675086、41630424）
修改稿收到日期：2019年6月6日

在1989年就利用气候模式开展了跨季度汛期降水距平预测，并获得了初步成功。随后在此基础上发展了一套海洋四维同化方法、海气耦合积分方法、集合预测方法、可信度和概率预测方法以及订正技术等，逐步建立和完善了大气所跨季度短期气候距平预测系统[2]。目前，大气所的短期气候预测系统包括：ENSO（El Niño/Southern Oscillation，厄尔尼诺/南方涛动）预测系统，大气环流模式、海-气耦合模式、统计模型和动力-统计模型。

ENSO事件是指赤道中东太平洋海表温度异常增暖或变冷。由于海洋巨大的热容量，ENSO事件会对大气环流和全球气候产生巨大影响。它不仅能导致热带地区正常的对流及降水分布被打乱，同时热带地区的异常信号通过大气内部动力学过程传播，影响中高纬度大气环流①，是全球气候年际变化的最主要外强迫因子，也是跨季度预测首要关注的信号。大气所发展的ENSO大样本集合预报系统，能够提前一年预测ENSO事件的形成、发展及衰亡过程，具有国际一流的预报技巧。

大气所的短期气候预测首先由ENSO预测系统向数值模式和部分统计模型提供赤道太平洋地区的海温演变。其次，在预测海温异常的强迫下，利用数值模式和统计模型对大气环流形势进行预测。根据对大气环流形势的估计，结合多种模式和统计模型对气温、降水进行预测，经专家会商，最终给出预测意见，提供给相关部门（图1）。经过多年的预测实践，这套预测系统预报效果逐步提高，趋于成熟。

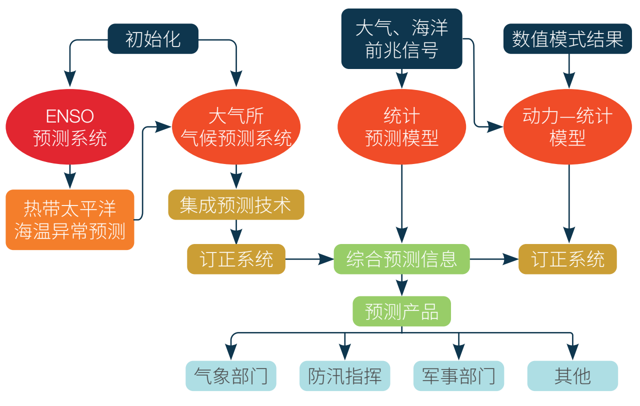


图1　中国科学院大气物理研究所短期气候预测系统框图

1 2019年春、夏季赤道中东太平洋海温状态及未来发展趋势

根据美国气候预报中心的监测，2019年3月赤道中东太平洋处于弱厄尔尼诺（El Niño）状态②。图2a和b是大气所ENSO预报系统和FGOALS-f2季节内-季节预测平台对Niño3.4区海温距平的预测。图2c是大气所NZC-PCCSM4耦合模式对2019年夏季海表温度距平的预测，其中Niño3.4区海温距平为1.36℃。从以上预测可以看出，2019年春、夏季，Niño3.4区海温距平将维持厄尔尼诺状态，偏暖强度为0.5℃—1℃左右，即维持弱-中等强度厄尔尼诺。

2 2019年夏季气候趋势预测

西太平洋副热带高压（以下简称“副高”）是影响我国夏季降水最重要的环流系统之一。夏季，我国东部的降水多发生在副高的西北侧，受其控制的地区，通常会出现高温晴热天气[3-6]。因此，我们首先关注副高的预测。根据大气所ENSO预测系统提供的海温演变，IAP-AGCM（9L）模式、IAP-AGCM4.1预测，2019年副高偏西、偏强，有利于雨带偏南（图3）。基于中国科学院地球系统模式的短期气候预测系统（以下简称“CAS-ESM-C耦合模式”）和耦合模式NZC-PCCSM4也得到了类似结果（图3）。而且，当厄尔尼诺处于持续维持的状态时，有利于副高稳定维持。稳定偏西、偏强的副高有利于雨带维持在我国南方地区，造成这里的降水偏多。

① http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/impacts/warm_impacts.shtml.
② https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml#current.

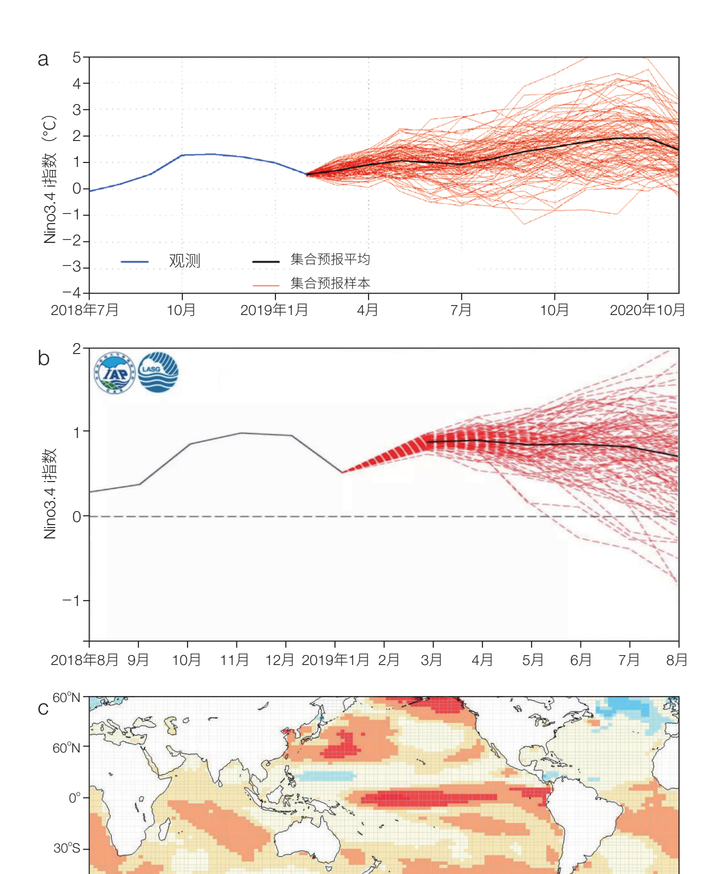


图 2 中国科学院大气物理研究所对 ENSO 的预测

（a）IAP-ENSO 大样本集合预报系统对 Niño3.4 区海温异常的预测；（b）FGOALS-f2 季节内 - 季节预测平台对 Niño3.4 区海温异常的预测；其中，红线表示预测样本，黑线表示集合预测结果。（c）NZC-PCCSM4 对 2019 年夏季全球海温异常的预测

我国地处东亚季风区，随着季风向北推进，夏季雨带具有明显的季节内变化异常。一般可分为：华南前汛期（5 月中旬—6 月上旬）、长江梅雨期（6 月中旬—7 月中旬）和华北雨季（7 月下旬—8 月）。我国夏季降水和东亚夏季风的强度密切相关。大气所海气耦合模式——NZC-PCCSM4 和 CAS-ESM-C 预测，2019 年夏季，东亚冬季风指数为负，即东亚夏季风正常偏弱（图 4）。

海陆热力差异是产生东亚季风的直接成因。夏季，大陆偏暖，海洋相对偏冷，我国盛行偏南风；冬季，海陆热力对比相反，我国盛行偏北风。海陆热力对比越强，季风就越强。海陆热力对比越弱，季风就越弱。观测显示，2018/2019 年冬季，我国南海地区海温偏高。根据日本 Frontier 模式预测，2019 年夏季，南海地区海温仍然偏高。研究表明，当我国南海海温偏高时，海陆热力对比减小，东亚夏季风减弱[7]。

此外，当前期冬季南亚上空盛行西风距平时，有利于冬季西风带偏北，南亚地区易发生冬季干旱。南亚地区冬季发生干旱时，有利于南亚大陆从春季到夏季增温迅速以及夏季南亚大陆偏暖，这样有利于夏季

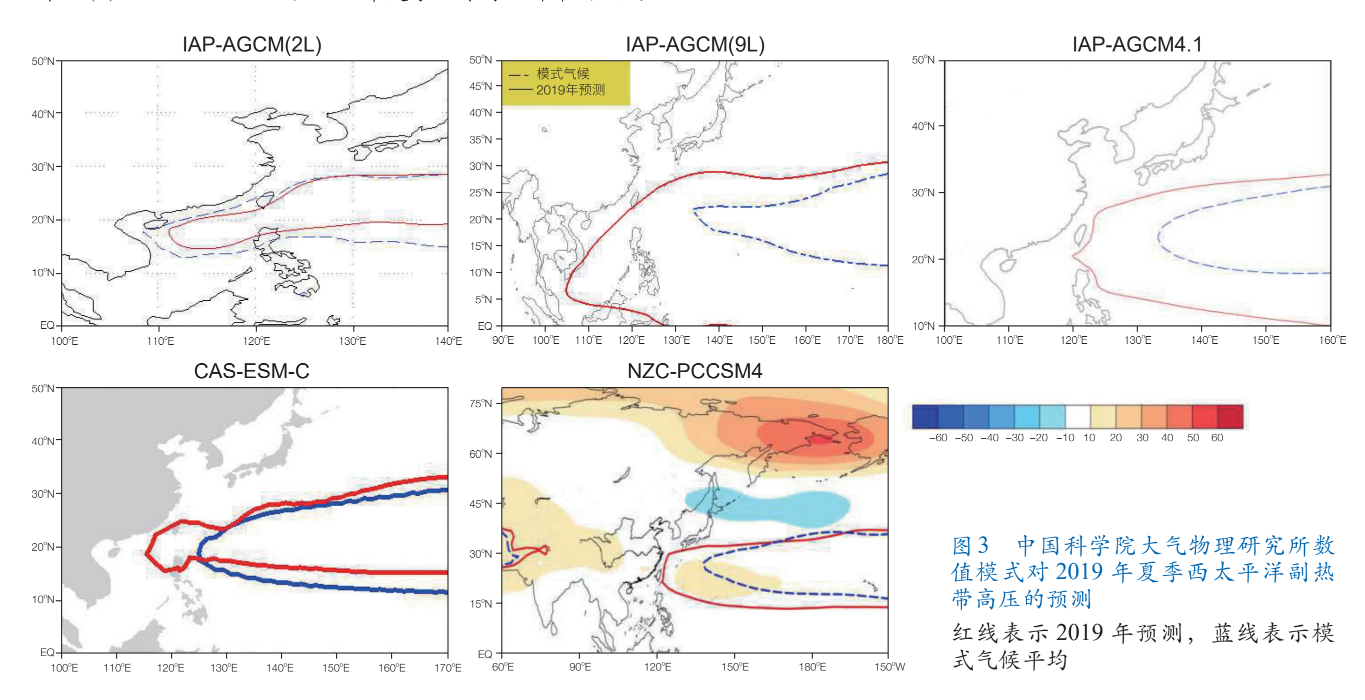


图 3 中国科学院大气物理研究所数值模式对 2019 年夏季西太平洋副热带高压的预测

红线表示 2019 年预测，蓝线表示模式气候平均

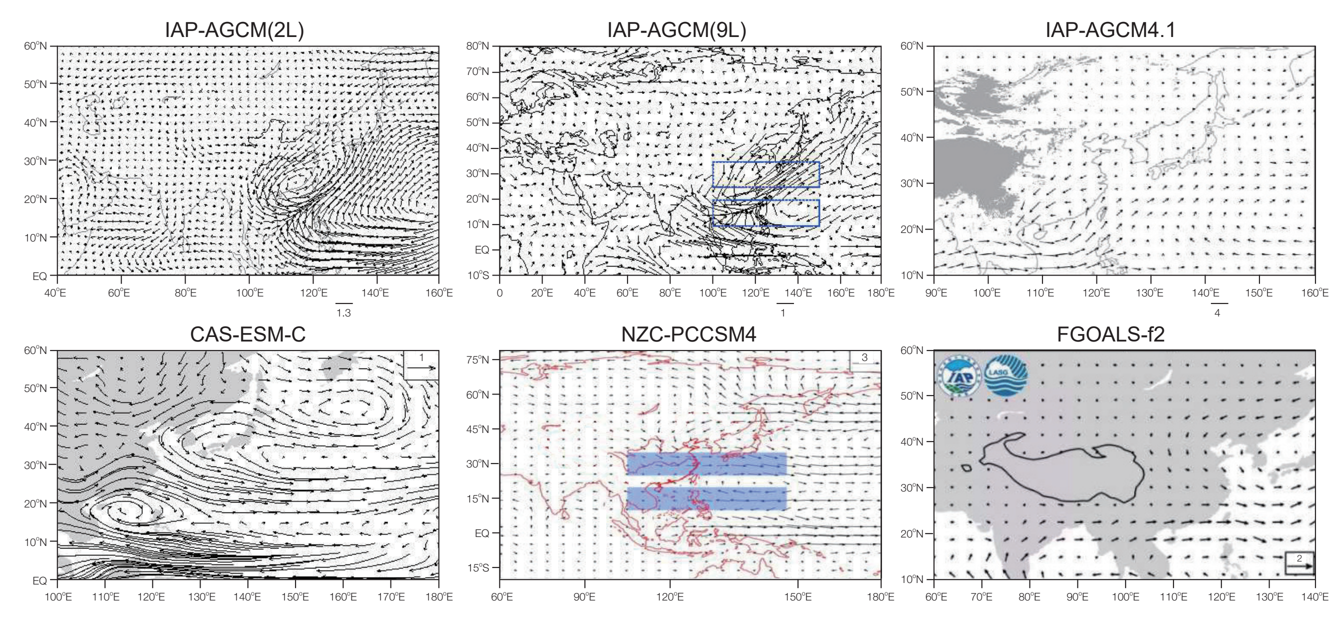


图 4　中国科学院大气物理研究所数值模式对 2019 年夏季 850 hPa 风场异常的预测

海陆热力对比加大，东亚夏季风偏强[8]。观测显示，2019 年 2 月，南亚上空为偏东风距平，有利于今夏东亚夏季风偏弱。表 1 为大气所各数值模式和统计模型提供的 2019 年东亚夏季风的预测。可以看出，耦合模式和统计模型均预测东亚夏季风偏弱。在弱夏季风年，长江流域降水偏多，雨带偏南。

除了海温的影响，积雪是影响我国夏季气候的另一个重要因子。近年来的研究表明，冬季欧亚大陆北部新增雪盖面积与我国夏季气候异常有显著关系[9]。当冬季欧亚大陆北部新增雪盖面积偏大时，我国江南至华南地区降水偏少。而且欧亚大陆北部新增雪盖对我国气候的影响独立于 ENSO 事件。监测显示，2018/2019 年冬，欧亚大陆北部新增雪盖面积偏少，有利于我国华南地区夏季降水偏多。

表 1　中国科学院大气物理研究所数值模式和统计模型对 2019 年东亚夏季风强度的预测

方法	数值模式/统计模型	预测
大气模式	IAP-AGCM（2L）	0.19
	IAP-AGCM（9L）	0.14
	IAP AGCM 4.1	1.23
耦合模式	CAS-ESM-C耦合模式	−2.10
	NZC-PCCSM4	−1.59
统计模型	大气前期信号	弱
	前期冬季风	弱

我国夏季降水也受到中高纬度环流异常的影响。例如，当西伯利亚贝加尔湖地区为一高压脊时，我国华北地区易出现高温干旱。IAP-2 层和 9 层 AGCM 模式、AGCM4.1、CAS-ESM-C 模式及 FGOALS-f2 预测平台的预测结果均显示，2019 年夏季贝加尔湖地区为 500 hPa 位势高度正距平，华北地区降水偏少（图 5）。

大气所发展了基于年际增量的统计模型和动力统计模型，以用于预测夏季登陆台风数量。两个模型均预测 2019 年夏季登陆台风正常偏多，但较 2018 年夏季偏少 1 个左右。

3 结论

根据大气所对 ENSO 的预测，2019 年春、夏季，赤道中东太平洋将维持弱-中等强度厄尔尼诺。大气所的全国气候趋势预测结果表明，预计 2019 年汛期（6—8月），长江中下游以南大部分地区降水偏多，其中江南地区偏多 2—5 成，可能发生局地洪涝灾害；

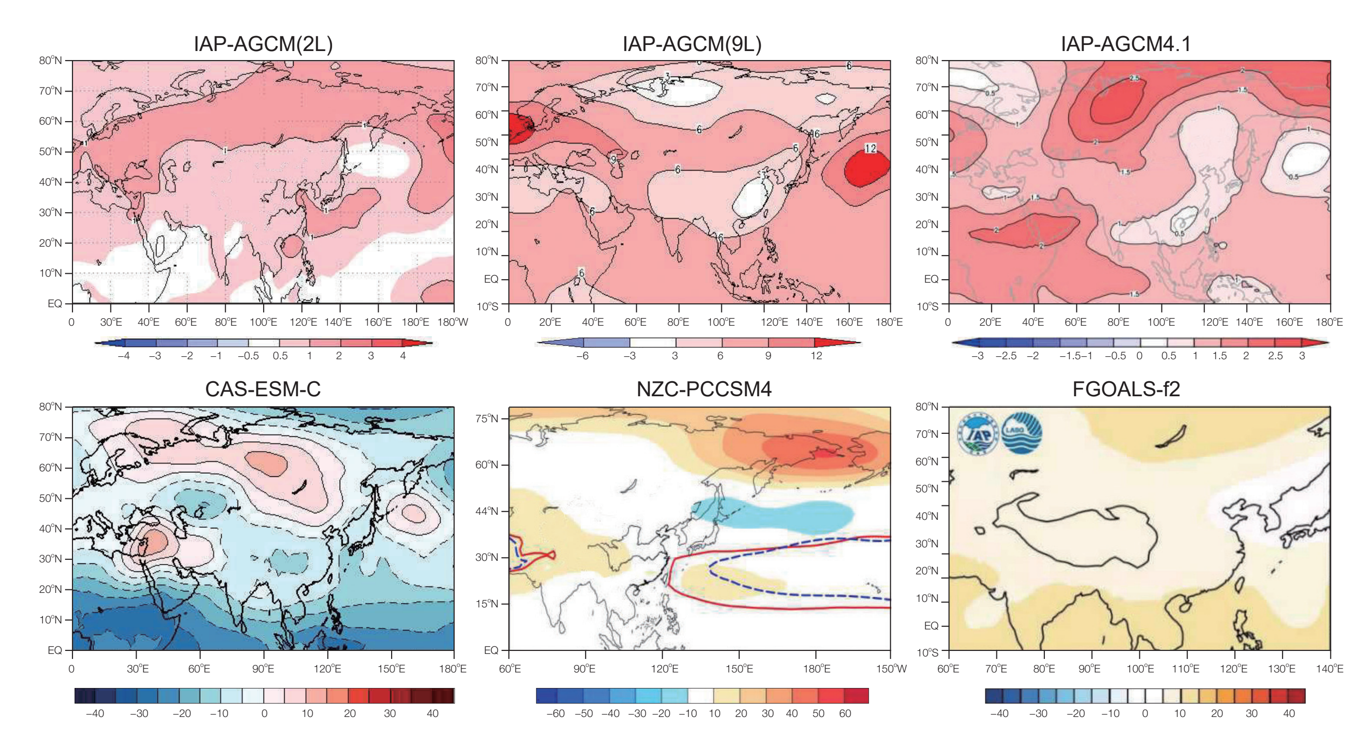


图 5　大气所数值模式对 2019 年 500 hPa 位势高度距平场的预测

阴影部分如标尺所示

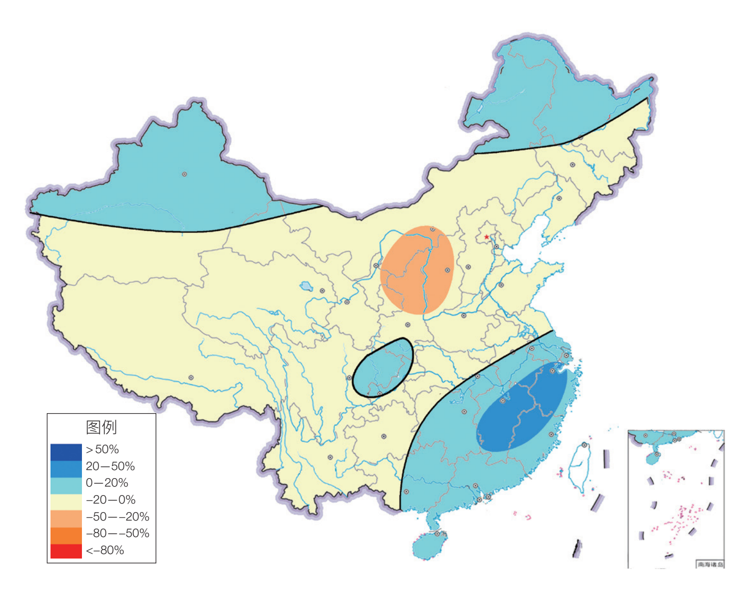


图 6　2019 年夏季我国降水趋势预测示意图

台湾省资料暂缺；阴影部分如标尺所示

新疆北部、东北北部、四川东部和陕西南部等地降水正常略偏多。我国其他大部分地区降水正常略偏少，其中河套地区降水偏少 2—5 成（图 6）。预计 2019 年夏季登陆台风数正常略偏多。

值得注意的是，夏季是暴雨多发季节，往往几次暴雨过程就可决定雨带分布。影响降水落区的重要因子包括东亚夏季风、西太平洋副热带高压以及中高纬度冷空气活动的季节内变化，而目前对季节内尺度大气内部动力过程的异常变化特征还没有较好的预测方法。因此我们将根据 2019 年春末、夏初大气环流和海洋等因子的演变趋势，作进一步补充订正预测。

参考文献

1　孔锋. 应急管理部成立背景下中国综合气象防灾减灾现状、挑战与发展机遇. 中国减灾, 2019, 34(3): 34-37.

2　林朝晖, 李旭, 赵彦, 等. 中国科学院大气物理研究所短期气候预测系统的改进及其对1998年全国汛期旱涝形势的预测. 气候与环境研究, 1998, 3(4): 52-61.

3　卫捷, 杨辉, 孙淑清. 西太平洋副热带高压东西位置异常与华北夏季酷暑. 气象学报, 2004, 62(2): 308-316.

4　邹旭恺, 高辉. 2006年夏季川渝高温干旱分析. 气候变化研

究进展, 2007, 3(3): 149-153.
5 彭京备, 张庆云, 布和朝鲁. 2006年川渝地区高温干旱特征及其成因分析. 气候与环境研究, 2007, 12(3): 464-474.
6 史军, 丁一汇, 崔林丽. 华东极端高温气候特征及成因分析. 大气科学, 2009, 33(2): 347-358.
7 Ji L R, Sun S Q. Model study on the interannual variability of Asian winter monsoon and its influence. Advances in Atmospheric Sciences, 1997, 14(1): 1-22.
8 张庆云, 陶诗言, 陈烈庭. 东亚夏季风指数的年际变化与东亚大气环流. 气象学报, 2003, 61: 559-568.
9 穆松宁, 周广庆. 冬季欧亚大陆北部新增雪盖面积变化与中国夏季气候异常的关系. 大气科学, 2010, 34(1): 213-226.

Seasonal Outlook of China for Summer 2019

PENG Jingbei　BUEH Cholaw*　ZHENG Fei　CHEN Hong　LANG Xianmei　ZHAN Yanling　LIN Zhaohui
ZHANG Qingyun　LIN Renping　LI Chaofan　MA Jiehua　TIAN Baoqiang　BAO Qing
MU Songning　LU Riyu　ZHU Jiang
(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China)

Abstract　The ENSO prediction system of Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences (IAP, CAS) predicts that El Niño conditions are likely to continue through the Northern Hemisphere spring and summer 2019. According to the seasonally averaged rainfall prediction of IAP, a wetter-than-normal condition is predicted for most parts of southern China, North parts of Northeast China and the Xinjiang Uygur Autonomous Region. The other parts of China will experience a drier-than-normal condition during the boreal summer. The center of less-than-normal precipitation is located in the Hetao area. The landing typhoon will be more than normal in the summer of 2019.

Keywords　summer precipitation anomalies, climate prediction, landing typhoon



彭京备　中国科学院大气物理研究所国际气候与环境科学中心高级工程师。主要从事短期气候预测和灾害性天气气候机理诊断研究。E-mail: pengjingbei@mail.iap.ac.cn

PENG Jingbei　Received B.S. degree from Meteorological Institute, Beijing, China, and M.S. and Ph.D. degrees from Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences (IAP/CAS), Beijing, China, in 1991, 2004, and 2009, respectively. Her current research interests include short-term climate prediction and diagnosis study of the mechanism of disastrous weather. Since 2012, she has been a senior engineer with the International Center for Climate and Environment Science (ICCES), IAPCAS, Beijing, China.
E-mail: pengjingbei@mail.iap.ac.cn

*Corresponding author



布和朝鲁　中国科学院大气物理研究所国际气候与环境科学中心副主任，研究员。主要从事中高纬度大气动力学和气候变化研究。E-mail: bueh@lasg.iap.ac.cn

BUEH Cholaw　Received B.S. degree from Beijing University in 1990, M.S. degree from Nanjing University in 1993, and Ph.D. degree from Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences (IAP, CAS) in 1997, respectively. His current research interests include the mid- and high-latitude atmospheric dynamics and climate change. Since 2006, he has been a full professor with IAP, CAS . He is currently the deputy director of International Center for Climate and Environment Science (ICCES), IAP, CAS . E-mail: bueh@lasg.iap.ac.cn

■责任编辑：张帆

参考文献（双语版）

1 孔锋. 应急管理部成立背景下中国综合气象防灾减灾现状、挑战与发展机遇. 中国减灾, 2019, 34(3): 34-37.

Kong F. Current situation, challenges and development opportunities of comprehensive meteorological disaster prevention and mitigation in China under the background of the establishment of the Ministry of Emergency Management. Disaster Reduction in China, 2019, 34(3): 34-37. (in Chinese)

2 林朝晖, 李旭, 赵彦, 等. 中国科学院大气物理研究所短期气候预测系统的改进及其对1998年全国汛期旱涝形势的预测. 气候与环境研究, 1998, 3(4): 52-61.

Lin Z H, Li X, Zhao Y, et al. An improved short-term climate prediction system and its application to the extraseasonal prediction of rainfall anomaly in China for 1998. Climatic and Environmental Research, 1998, 3(4): 52-61. (in Chinese)

3 卫捷, 杨辉, 孙淑清. 西太平洋副热带高压东西位置异常与华北夏季酷暑. 气象学报, 2004, 62(3): 308-316.

Wei J, Yang H, Sun S Q. Relationship between the anomaly longitudinal position of subtropical high in the western Pacific and severe hot weather in North China in summer. Acta Meteorologica Sinica, 2004, 62(3): 308-316. (in Chinese)

4 邹旭恺, 高辉. 2006年夏季川渝高温干旱分析. 气候变化研究进展, 2007, 3(3): 149-153.

Zou X K, Gao H. Analysis of severe drought and heat wave over the Sichuan Basin in the summer of 2006. Advances in Climate Change Research, 2007, 3(3): 149-153. (in Chinese)

5 彭京备, 张庆云, 布和朝鲁. 2006年川渝地区高温干旱特征及其成因分析. 气候与环境研究, 2007, 12(3): 464-474.

Peng J B, Zhang Q Y, Buhe C L. On the characteristics and possible causes of a severe drought and heat wave in the Sichuan-Chongqing region in 2006. Climatic and Environmental Research, 2007, 12(3): 464-474. (in Chinese)

6 史军, 丁一汇, 崔林丽. 华东极端高温气候特征及成因分析. 大气科学, 2009, 33(2): 347-358.

Shi J, Ding Y H, Cui L L. Climatic characteristics of extreme maximum temperature in East China and its causes. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 2009, 33(2): 347-358. (in Chinese)

7 Ji L R, Sun S Q, Arpe K, et al. Model study on the interannual variability of Asian winter monsoon and its influence. Advances in Atmospheric Sciences, 1997, 14(1): 1-22.

8 张庆云, 陶诗言, 陈烈庭. 东亚夏季风指数的年际变化与东亚大气环流. 气象学报, 2003, 61: 559-568.

Zhang Q Y, Tao S Y, Chen L T. The inter-annual variability of east Asian summer monsoon indices and its association with the pattern of general circulation over east Asia. Acta Meteorologica Sinica, 2003, 61(5): 559-568. (in Chinese)

9 穆松宁, 周广庆. 冬季欧亚大陆北部新增雪盖面积变化与中国夏季气候异常的关系. 大气科学, 2010, 34(1): 213-226.

Mu S N, Zhou G Q. Relationship between winter northern Eurasian fresh snow extent and summer climate anomalies in China. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 2010, 34(1): 213-226. (in Chinese)